

**DESAIN *ELECTRONIC LOAD CONTROLLER* (ELC) PADA
PLTMH MENGGUNAKAN *BIDIRECTIONAL CONVERTER*
BERBASIS *PID CONTROLLER***

TUGAS AKHIR

Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang



Oleh :

ROFIQUR RACHMAN

201310130311096

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
2019**

LEMBAR PERSETUJUAN

DESAIN *ELECTRONIC LOAD CONTROLLER* (ELC) PADA PLTMH MENGGUNAKAN *BIDIRECTIONAL CONVERTER* BERBASIS *PID CONTROLLER*

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh:

ROFIQUR RACHMAN

201310130311096

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Dr. Zulfatman, ST., M.Eng

NIDN. 0709117804

Pembimbing II



Ir. Nur Alif Mardiyah, MT

NIDN. 0718036502

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN *ELECTRONIC LOAD CONTROLLER* (ELC) PADA PLTMH MENGGUNAKAN *BIDIRECTIONAL CONVERTER* BERBASIS *PID CONTROLLER*

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1)

Disusun Oleh:

ROFIQUR RACHMAN

201310130311096

Tanggal Ujian : 12 Januari 2019

Periode Wisuda : Februari 2019

Disetujui Oleh:

1. Dr. Zulfatman, ST., M.Eng.
NIDN. 0709117804

(Pembimbing I)

2. Ir. Nur Alif Mardiyah, MT
NIDN. 0718036502

(Pembimbing II)

3. Dr. Ir. Ermanu Azizul Hakim, MT
NIDN. 0705056501

(Penguji I)

4. Machmud Effendy, ST., M.Eng
NIDN. 0715067402

(Penguji II)



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. Nur Alif Mardiyah, MT.
NIDN. 0718036502

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **ROFIQUR RACHMAN**

Tempat/Tgl. Lahir : **PAMEKASAN / 05 DESEMBER 1994**

NIM : **201310130311096**

Fakultas/Jurusan : **TEKNIK/TEKNIK ELEKTRO**

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul
**“DESAIN *ELECTRONIC LOAD CONTROLLER* (ELC) PADA PLTMH
MENGUNAKAN *BIDIRECTIONAL CONVERTER* BERBASIS *PID*
CONTROLLER”**

beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipanyang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Malang, 17 januari 2019

Yang Membuat Pernyataan



ROFIQUR RACHMAN

Mengetahui,

Pembimbing I



Dr. Zulfatman, ST., M.Eng.

NIDN. 0709117804

Pembimbing II



Ir. Nur Alif Mardiyah, MT

NIDN. 0718036502

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala Nikmat-Nya, Rahmat-Nya, serta Hidayahnya-Nya. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Rasulullah Muhammad Shalallaahu 'Alayhi Wasallam. Atas kehendak dan karunia Allah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul:

“DESAIN *ELECTRONIC LOAD CONTROLLER* (ELC) PADA PLTMH MENGGUNAKAN *BIDIRECTIONAL CONVERTER* BERBASIS *PID CONTROLLER*”

Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik di Universitas Muhammadiyah Malang. Selain itu penulis berharap tugas akhir ini dapat memperluas pustaka dan pengetahuan utamanya dalam bidang energi terbarukan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu Penulis berharap saran yang membangun, agar kedepannya menjadi lebih baik dan bermanfaat. Penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan baik yang sengaja maupun yang tidak disengaja.

Malang, 18-01-2019.



Rofiqur Rachman

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAKSI.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)	5
2.2 Generator Sinkron	5
2.3 <i>Hydraulic Turbine and Governor</i>	6
2.4 Konverter	7

2.4.1 Voltage Source Inverter (VSI) 3 fasa	8
2.4.2 Pulse Width Modulation (PWM)	8
2.5 Electronic Load Controller	9
2.6 Sistem Eksitasi.....	10
2.7 Controller PID	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Pemodelan Sistem ELC Menggunakan <i>Bidirectional Converter</i>	13
3.1.1 Model Rangkaian MOSFET	15
3.1.2 Pemodelan <i>Ballast Load</i>	16
3.1.3 Model Perancangan Sistem Kontrol DC <i>Chooper</i>	17
3.1.4 Model Perancangan Kontroler PI dan PID	17
3.2 Model Rangkaian Beban	18
3.3 Model Generator Sinkron	19
3.4 Pemodelan Turbin <i>hydraulic</i> dan Governor	20
3.5 Pemodelan Eksitasi.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Pengujian Model PLTMH dengan Sistem HTG	22
4.1.1 Pengujian Sistem HTG dengan daya yang berubah-ubah .	23
4.2 Pengujian Sistem ELC Menggunakan <i>Bidirectional Converter</i> Pada PLTMH	28
4.2.1 Pengujian sistem ELC menggunakan <i>bidirectional converter</i> dengan perubahan beban.....	28
4.3 Pengujian Model PLTMH dengan Sistem Integrasi HTG dan ELC Menggunakan <i>Bidirectional Converter</i>	35

4.3.1 Pengujian sistem kombinasi dengan Perubahan daya beban	36
BAB V PENUTUP	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Sistem Kerja Pada PLTMH	5
Gambar 2.2 Rangkaian Kerja Generator Sinkron	6
Gambar 2.3 Contoh Rangkaian VSI 3 Fasa	8
Gambar 2.4 Model Eksitasi.....	10
Gambar 2.5 Diagram Blok <i>Controller</i> PID.....	11
Gambar 3.1 Diagram Blok Secara Umum Sistem Kontrol Generator Sinkron ..	13
Gambar 3.2 Proses Kerja ELC <i>Bidirectional Converter</i>	14
Gambar 3.3 Pola <i>Switching</i> ELC	14
Gambar 3.4 Model Rangkaian MOSFET 3 Fasa	15
Gambar 3.5 Pengontrolan Pensaklaran MOSFET 3 fasa	16
Gambar 3.6 Model <i>Ballast</i> dan DC <i>Chooper</i>	16
Gambar 3.7 Desain Kontrol DC <i>Chooper</i>	17
Gambar 3.8 (a) Blok Kontroler PI dan (b) Blok Kontroler PID Pada sistem ELC menggunakan <i>bidirectional converter</i>	18
Gambar 3.9 Model Beban 82 KW	19
Gambar 3.10 Pemodelan Generator Sinkron	19
Gambar 3.11 Pemodelan Turbin <i>Hydraulic</i> dan Governor	20
Gambar 3.12 Blok Eksitasi	21
Gambar 3.13 Model Eksitasi Tipe AC4A	21
Gambar 4.1 Pengujian Model PLTMH dengan Sistem HTG	22
Gambar 4.2 (a) <i>Vrms</i> , dan (b) <i>Irms</i> sistem HTG	23
Gambar 4.3 (a) Daya Generator (b) Daya Beban Konsumen	24

Gambar 4.4 <i>Power Mechanic</i> Sistem HTG	25
Gambar 4.5 Frekuensi Sistem HTG	25
Gambar 4.6 THD-I Sistem HTG.....	27
Gambar 4.7 Model PLTMH dengan Sistem ELC Menggunakan <i>Bidirectional Converter</i>	28
Gambar 4.8 (a) Vrms dan (b) Irms pada Sistem ELC Menggunakan <i>Bidirectional Converter</i>	29
Gambar 4.9 (a) Daya Generator (b) Daya Beban konsumen (c) Daya <i>Ballast</i> ...	30
Gambar 4.10 (a) Tegangan <i>Ballast</i> dan Tegangan DC (b) Pola <i>Switching</i> IGBT (c) Tegangan <i>Ballast</i> dan Tegangan DC Saat Penurunan Daya Beban.	32
Gambar 4.11 Perbandingan Arus <i>Inverter</i> , Arus <i>Grid</i> , Arus <i>Load</i>	32
Gambar 4.12 <i>Power Mechanic</i> Sistem ELC Menggunakan <i>Bidirectional Converter</i>	33
Gambar 4.13 Frekuensi Sistem ELC Menggunakan <i>Bidirectional Converter</i> ...	33
Gambar 4.14 THD-I Sistem ELC Menggunakan <i>Bidirectional Converter</i>	35
Gambar 4.15 Pengujian Sistem PLTMH dengan Keseluruhan Sistem Kontrol .	36
Gambar 4.16 (a) Vrms dan (b) Irms Sistem Kombinasi	37
Gambar 4.17 (a) Daya Generator (b) Daya Beban dan (c) Daya <i>Ballast Load</i> ..	38
Gambar 4.18 Perbandingan Arus <i>Grid</i> , Arus <i>Inverter</i> dan Arus <i>Load</i>	39
Gambar 4.19 <i>Power Mechanic</i> Sistem Kombinasi	39
Gambar 4.20 Frekuensi Sistem Kombinasi.....	39
Gambar 4.21 Nilai THD-I Pada Sistem Kombinasi.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Nilai Parameter MOSFET.....	15
Tabel 3.2 Nilai kontrol PI	18
Tabel 3.3 Nilai Kontrol PID	18
Tabel 3.4 Parameter Generator <i>Synchronous</i>	19
Tabel 3.5 Parameter Turbin <i>Hydraulic</i> dan Governor	20
Tabel 3.6 Parameter Sistem Eksitasi.....	21
Tabel 4.1 Peforma Frekuensi pada Sistem HTG.....	26
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sistem HTG	27
Tabel 4.3 Peforma Frekuensi Sistem ELC	34
Tabel 4.4 Nilai THD-I pada Sistem ELC Menggunakan <i>Bidirectional Converter</i>	35
Tabel 4.5 Peforma Frekuensi Pada Sistem Kombinasi	40
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sistem Kombinasi.....	42

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Shrestha, Dipesh dkk. 2014. Advance Electronic Load Controller for Micro Hydro Power Plant. Journal of Energy and Power Engineering 8 (2014) 1802-1810a
- [2] Kumar. R, Shailendra dkk. 2015. Implementation of Electronic Load Controller for Control of Micro Hydro Power Plant. Jurnal IEEE International conference.
- [3] Sofian, Yahya dan Iyas, Munawar. 2011. Design of Electronic Load Controller for a Self Excited Induction Generator Using Fuzzy Logic Method Based Microcontroller. Bandung : Universitas Politeknik Negeri Bandung.
- [4] Singh, Bhim dkk. 2010. Development of Electronic Load Controller for IAG Based Standalone Hydro Power Generation. Jurnal IEEE International conference.
- [5] Singh, Bhim dkk. 2008. Power Quality Improvement in Conventional Electronic Load Controller for an Isolated Power Generation. Jurnal IEEE International conference.
- [6] Kumar. K, Gaurav dan Singh, Bhim. 2008. Decoupled Voltage and Frequency Controller for Isolated Asynchronous Generators Feeding Three-Phase Four-Wire Loads. Jurnal IEEE International conference.
- [7] Rajkuwar,Pranita B. 2017. Switching Power Loss Reduction in Bidirectional AC/DC converter. Jurnal IEEE International conference.
- [8] Ankita Gupta. 2013. Simulation of Advanced ELC with Synchronous Generator for Micro Hydro-power Station. Indian Institute of Technology, Roorkee, India.
- [9] Tamrakar. I dkk. 2007. Voltage and frequency control of parallel operated synchronous generator and induction generator with STATCOM in micro hydro scheme. The Institution of Engineering and Technology.
- [10] Torbati. E.H dan Khaburi. A. D. 2013. Direct Power Control of Three Phase PWM Rectifier Using Model Predictive Control and SVM Switching. Iran University of Science and Technology.
- [11] Pan Liwen and Zhang Chengning. 2016. An Integrated Multifunctional Bidirectional AC/DC and DC/DC Converter for Electric Vehicles Applications. National Engineering Laboratory for Electric Vehicles, Beijing Institute of Technology, Beijing.
- [12]<https://www.mathworks.com/help/physmod/sps/powersys/ref/hydraulicturbineandgovernor.html>

- [13] Timilsina Laxman dkk. 2016. Universal Power Converter For Microhydro Power Plant. Jurnal IEEE International conference.
- [14] Ningsih. A, Wahyunggoro. O, and BS. M. Isnaeni, “Kendali Penstabil Frekuensi dan Tegangan untuk PLTMH Menggunakan beban komplemen dengan Pengendali PID dan PWM” Seminar Nasional Ke-9

